

[JP,08-162902,A]

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the waveform-equalization equipment with which the wave degraded minute of a high region frequency is compensated and which can be adjusted.

[0002]

[Description of the Prior Art] When performing digital recording to record media, such as a disk and a magnetic tape, the regenerative signal reproduced from the record medium needs to compensate the wave degraded minute of a high region frequency using waveform-equalization equipment, in order for the high region frequency to fall and to acquire an original digital wave. Hereafter, an example of conventional waveform-equalization equipment is explained, referring to a drawing.

[0003] Drawing 5 is the block diagram showing the configuration of conventional waveform-equalization equipment. In drawing 5, the high-pass filter 1 consists of the differential amplifier 2, resistance 3 and 4, a capacitor 5, a transistor 6, and current sources 7 and 8. The differential amplifier 2 outputs change of the electrical-potential-difference difference of the difference input of a non-inversed input terminal and an inversed input terminal as change (mutual conductance $gm1$) of a current by the transistor differential-amplifier configuration. The current source 7 is connected as a current source of the common-emitter circuit of the transistor differential amplifier, and if a current fluctuates, a mutual conductance $gm1$ will also be fluctuated. In addition, since it is well-known about the relation between the transistor differential amplifier and the current source of a common-emitter circuit, detailed explanation is omitted.

[0004] Resistance 3 and 4 is connected to the serial between the terminal 9 and the voltage source 10, and the middle point of resistance 3 and 4 is connected to the non-inversed input terminal of the differential amplifier 2. The capacitor 5 is connected between the output of the differential amplifier 2, and the terminal 9. a transistor 6 -- a collector is connected to a power source V_{cc} and the emitter is connected to the inversed input terminal of the differential amplifier 2 for the base at the output of the differential amplifier 2. A current source 8 gives a bias current to the emitter of a transistor 6.

[0005] In addition, the signal in front of waveform equalization is inputted into a terminal 9. Moreover, the voltage source 10 shall be set as the electrical potential difference of $1/2V_{cc}$.

[0006] The all pass filter 11 consists of the differential amplifier 12, resistance 13 and 14, a capacitor 15, a transistor 16, and current sources 17 and 18. The differential amplifier 12 outputs change of the electrical-potential-difference difference of the difference input of a non-inversed input terminal and an inversed input terminal as change (mutual conductance $gm2$) of a current by the transistor differential-amplifier configuration, and the non-inversed input terminal is connected to the voltage source 10. The current source 17 is connected as a current source of the

common-emitter circuit of the transistor differential amplifier, and if a current fluctuates, a mutual conductance gm_2 will also be fluctuated.

[0007] Resistance 13 and 14 is connected to the serial between each emitter of transistors 6 and 16, and the middle point of resistance 13 and 14 is connected to the inversed input terminal of the differential amplifier 12. The capacitor 15 is connected between the output of the differential amplifier 12, and the emitter of a transistor 6. As for the transistor 16, at the output of the differential amplifier 12, the collector is connected to the terminal 19 for an output in an emitter for the base at the power source V_{cc} . A current source 18 gives a bias current to the emitter of a transistor 16.

[0008] About the conventional waveform-equalization equipment constituted as mentioned above, the actuation is explained below. Drawing 6 simplifies and shows the frequency characteristics of gain and a group delay, respectively about the high-pass filter 1 and the all pass filter 11 of drawing 5, and the curves a and b in drawing 6 show the property of the same sign point in drawing 5, respectively.

[0009] In drawing 6, a high-pass filter 1 shows the property of emphasizing a high region frequency, and compensates the high region frequency which deteriorated. In this case, as for the group delay frequency characteristics of a high-pass filter 1, a high region frequency is known by that produce a wave in a band and the time delay is increasing.

[0010] On the other hand, gain is 1 and the all pass filter 11 can set up only a time delay. Then, by choosing the value of a capacitor 15 or a mutual conductance gm_2 , as shown in the curve b of a time delay, flattening of the group delay frequency characteristics of an output wave of a terminal 19 can be carried out to a high region frequency.

[0011]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Record media, such as a disk and a magnetic tape, and playback components, such as a head, have dispersion in the property between individuals, and the ideal waveform-equalization property corresponding to the reproduced digital signal is not necessarily single. When dispersion is remarkable, there is a problem of the error rate of a regenerative signal deteriorating, and it will be necessary to change an identification property sharply in that case.

[0012] In the circuitry of drawing 5, by adjusting a current source 7 and fluctuating a mutual conductance gm_1 , the gain-frequency characteristics of a high-pass filter 1 change, and the amount of high frequency compensation can be adjusted.

[0013] However, the wave of the group delay frequency characteristics in a terminal 19 needs to be compensated by group delay frequency characteristics' also changing, if the gain-frequency characteristics of a high-pass filter 1 are adjusted, and readjusting the current source 17 of the all pass filter 11 anew, and fluctuating a mutual conductance gm_2 , since the group delay frequency characteristics in a terminal 19 become less flat. In this case, the adjustable range of the all pass filter 11 needs to cover a large area considerably supposing the adjustable range of a high-pass filter 1. For this reason, when taking time in tuning, it had the trouble that there was a possibility that an alignment error may arise that it is hard to find the optimum point of group delay frequency characteristics.

[0014] It aims at offering the waveform-equalization equipment which simplifies tuning by this invention's solving the above-mentioned conventional trouble, and adjusting the frequency characteristics of gain and a group delay to coincidence.

[0015]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose the waveform-

equalization equipment of this invention The 1st differential amplifier which outputs change of the electrical-potential-difference difference of a difference input as change of a current, While having the 1st buffer amplifier which low-impedance-izes the output of the 1st differential amplifier, and outputs it Connect to the non-inversed input terminal of the 1st differential amplifier the middle point of the 1st and the 2nd resistance by which series connection was carried out to the input terminal between touch-down, connect the output of the 1st buffer amplifier to the inversed input terminal of the 1st differential amplifier, and the 1st capacitor is minded for the output of the 1st differential amplifier. The 2nd differential amplifier with which change of the high-pass filter which it comes to connect with an input terminal, and the electrical-potential-difference difference of a difference input was outputted as change of a current, and the non-inversed input terminal was grounded, While having the 2nd buffer amplifier which low-impedance-izes the output of the 2nd differential amplifier, and outputs it Between the output of the 1st buffer amplifier, and the output of the 2nd buffer amplifier The 3rd by which series connection was carried out, and the all pass filter which connects the middle point of the 4th resistance to the inversed input terminal of the 2nd differential amplifier, and comes to connect the output of the 2nd differential amplifier with the output of the 1st buffer amplifier through the 2nd capacitor, It has the 1st current source which makes the 1st and 2nd current which determines the mutual conductance of the 1st and 2nd differential amplifier, respectively fluctuate by this ratio.

[0016] Moreover, the mutual conductance of the 2nd differential amplifier is equipped with the 2nd current source which makes the 3rd current fluctuate while it is determined with the sum of the 2nd current and the 3rd current, or the current value of a difference.

[0017] Furthermore, it is constituted so that the mutual conductance of the 2nd differential amplifier may be determined by the output current of the equalization circuit which fluctuates the 2nd current to arbitration, and an equalization circuit.

[0018]

[Function] If this invention increases the current of the 1st current source with the above-mentioned configuration (reduction), since the mutual conductance of the 1st differential amplifier will increase (reduction), emphasis of the gain of a high region of a high-pass filter is controlled (enhancement). Although a wave arises in the group delay frequency characteristics of a high-pass filter at this time, since it changes in the direction where change of the group delay frequency characteristics of an all pass filter negates change of the group delay frequency characteristics of a high-pass filter when the mutual conductance of the 2nd differential amplifier increases to coincidence (reduction), flat [of the group delay frequency characteristics as waveform-equalization equipment] is held.

[0019] Moreover, since the gain-frequency characteristics of a high-pass filter were sharply changed by determining with the current value which determined the mutual conductance of the 2nd differential amplifier with the sum of the 2nd current and the 3rd current, or the current value of a difference, or fluctuated the 2nd current to arbitration, even when the need for group delay frequency characteristics arises, adjustment of an all pass filter is good at fine tuning.

[0020]

[Example] Hereafter, the example of the waveform-equalization equipment of this invention is explained, referring to a drawing.

[0021] Drawing 1 is the block diagram showing the configuration of the waveform-equalization equipment of the 1st example of this invention. In drawing 1, the high-pass filter 21 consists of the differential amplifier 22, resistance 23 and 24 (resistance R1 and R2), a capacitor 25

(capacity value C_1), transistors 26 and 27, a current source 28, and resistance 29. The differential amplifier 22 outputs change of the electrical-potential-difference difference of the difference input of a non-inversed input terminal and an inversed input terminal as change (mutual conductance gm_1) of a current by the transistor differential-amplifier configuration. The collector of a transistor 27 is connected to the common emitter of the transistor differential amplifier of the differential-amplifier 22 interior, and if the collector current of a transistor 27 fluctuates, a mutual conductance gm_1 will also be fluctuated. Moreover, at the base of a transistor 30, the emitter is grounded for the base of a transistor 27 through resistance 29. In addition, since it is well-known about the relation between the transistor differential amplifier and the current of a common emitter, detailed explanation is omitted.

[0022] Resistance 23 and 24 is connected to the serial between the terminal 31 and the voltage source 32, and the middle point of resistance 23 and 24 is connected to the non-inversed input terminal of the differential amplifier 22. The capacitor 25 is connected between the output of the differential amplifier 22, and the terminal 31. As for the transistor 26, at the output of the differential amplifier 22, the collector is connected to the terminal 33 for an output in an emitter, and the inversed input terminal of the differential amplifier 22 for the base at the power source V_{cc} . A current source 28 gives a bias current to the emitter of a transistor 26. In addition, the regenerative signal in front of waveform equalization is inputted into a terminal 31. Moreover, the voltage source 32 shall be set as the electrical potential difference of $1/2V_{cc}$.
 [0023] To the power source V_{cc} , the emitter is grounded for the base and the collector of a transistor 30 through resistance 35 through the source 34 of a good transformation style.

[0024] The all pass filter 36 consists of the differential amplifier 37, resistance 38 and 39 (resistance R_3), a capacitor 40 (capacity value C_2), transistors 41 and 42, a current source 43, and resistance 44. The differential amplifier 37 outputs change of the electrical-potential-difference difference of the difference input of a non-inversed input terminal and an inversed input terminal as change (mutual conductance gm_2) of a current by the transistor differential-amplifier configuration. The collector of a transistor 42 is connected to the common emitter of the transistor differential amplifier of the differential-amplifier 37 interior, and if the collector current of a transistor 42 fluctuates, a mutual conductance gm_2 will also be fluctuated. Moreover, at the base of a transistor 30, the emitter is grounded for the base of a transistor 42 through resistance 44.

[0025] Resistance 38 and 39 is connected to the serial between the terminal 33 and the emitter of a transistor 41, and the middle point of resistance 38 and 39 is connected to the inversed input terminal of the differential amplifier 37. The capacitor 40 is connected between the output of the differential amplifier 37, and the terminal 33. As for the transistor 41, at the output of the differential amplifier 37, the collector is connected to the terminal 45 for an output in an emitter for the base at the power source V_{cc} . A current source 43 gives a bias current to the emitter of a transistor 41.

[0026] About the waveform-equalization equipment of the 1st example of this invention constituted as mentioned above, the actuation is explained below.

[0027] When the transfer function from G_{hp} and a terminal 33 to a terminal 45 is set to G_{ap} for the transfer function from a terminal 31 to a terminal 33, and it asks for transfer functions G_{hp} and G_{ap} , as shown in (several 2), it is expressed, respectively (several 1).

[0028]

[Equation 1]

$$G_{hp} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot \frac{1 + T_1 \cdot s}{1 + T_2 \cdot s}$$

$$\text{但し、} T_1 = \frac{R_1 + R_2}{R_2} \cdot \frac{C_1}{g_{m1}}, \quad T_2 = \frac{C_1}{g_{m1}}$$

[0029]

[Equation 2]

$$G_{ap} = - \frac{1 + T_2 \cdot s}{1 - T_2 \cdot s}$$

$$\text{但し、} T_2 = \frac{2 \cdot C_2}{g_{m2}}$$

[0030] (Several 1) shows a high-pass filter and (several 2) shows the property of an all pass filter so that clearly from (several 1) and (several 2).

[0031] Drawing 2 shows the frequency characteristics of the gain in the output terminal 33 of the high-pass filter 21 of drawing 1, and the output terminal 45 of the all pass filter 36, and a group delay, and the continuous line of a graph shows the frequency characteristics of the gain in reference condition, and a group delay. Moreover, Curves c and d show the property of the same sign point in drawing 1, respectively.

[0032] In the continuous line of drawing 2, a high-pass filter 21 shows the high emphasis property which has a break point in $1/(2\pi T_1)$ and $1/(2\pi T_2)$, and compensates the high region frequency in which the regenerative signal deteriorated so that clearly from (several 1). In this case, it turns out that the group delay frequency characteristics of a high-pass filter 21 produce a wave from a low-pass frequency comparatively as shown in Curve c. Since it is usually generated in the band of a regenerative signal, this wave requires a cure.

[0033] On the other hand, as for the all pass filter 36, gain can adjust only a time delay by 1 so that clearly from (several 2). Then, by choosing capacity value C2 or the value of a mutual conductance gm2, as shown in the curve d of a time delay, the group delay frequency characteristics of an output wave of a terminal 45 are improvable.

[0034] In addition, resistance R1 and R2, capacity value C1 and C2, and mutual conductances gm1 and gm2 shall be beforehand set up so that each continuous line of drawing 2 may be obtained. The current value of the source 34 of a good transformation style shall be begun, and the mirror ratio of the current Miller circuit which consists of transistors 30, 27, and 42 and resistance 35, 29, and 44 shall also be beforehand set up so that mutual conductances gm1 and gm2 may furthermore be obtained.

[0035] It may be better to change the gain-frequency characteristics of a high-pass filter from reference condition here depending on dispersion in playback components, such as record media, such as a disk and a magnetic tape, and a head. For example, the case where the amount of compensation of a high region wants to increase is explained. If the current value of the source 34 of a good transformation style is decreased, each collector current of transistors 30, 27, and 42 will decrease by the same ratio by the principle of current Miller circuit. Therefore, since each mutual conductances gm1 and gm2 of differential amplifier 22 and 37 also decrease by the same ratio, T1 and T2 in (several 1) increase. Consequently, as the alternate long and short dash line of

drawing 2 shows the gain-frequency characteristics of a high-pass filter 21, the amount of compensation of a high region increases. In this case, as the alternate long and short dash line of Curve c shows the group delay frequency characteristics of a high-pass filter 21, the time delay difference of low-pass and a high region increases.

[0036] However, since especially the time delay of the all pass filter 36 also increases by the low-pass side, as it is shown in the alternate long and short dash line of Curve d by what T3 in (several 2) also increases, degradation of a terminal 45 of the group delay frequency characteristics of an output wave is slight, and is level which is satisfactory practically (in order that gm2 may decrease).

[0037] Conversely, the amount of compensation of a high region of a high-pass filter 21 is controlled by increasing the current value of the source 34 of a good transformation style to control the amount of compensation of a high region so that clearly from ****. The time delay of the all pass filter 36 is decreased on low-pass to coincidence, and degradation of a terminal 45 of the group delay frequency characteristics of an output wave is improved.

[0038] As mentioned above, according to this example, only by adjusting the current value of the source 34 of a good transformation style, since gain compensation of a high region frequency is interlocked with and the property of the all pass filter 51 shifts, degradation of group delay frequency characteristics can be prevented. Moreover, since capacity value C1 and C2 is good by the small capacity of about 20pF, the formation of IC built-in is possible.

[0039] By the way, as for the all pass filter 36, in the case of actual waveform-equalization equipment, it is possible to also make the wave of the group delay frequency characteristics of other circuits of a high-pass filter 21 compensate. In this case, it may be better to give a degree of freedom slightly to a setup of the time delay of the all pass filter 36.

[0040] Then, it explains hereafter, referring to a drawing about the waveform-equalization equipment of the 2nd example of this invention.

[0041] Drawing 3 is the block diagram showing the configuration of the waveform-equalization equipment of the 2nd example of this invention. In drawing 3, since a configuration, a function, and the mutual connection relation of both the differential amplifier 22 (mutual conductance gm1) which is a high-pass filter 21 and its component, resistance 23 and 24 (resistance R1 and R2), a capacitor 25 (capacity value C1), transistors 26 and 27, a current source 28, and the resistance 29 are completely equal to the thing of the same sign of drawing 1 in the 1st example of this invention, they omit explanation. Since both a configuration, a function, and mutual connection relation are completely still more nearly equal to the thing of the same sign of drawing 1 in the 1st example of this invention also about a transistor 30, terminals 31 and 33, a voltage source 32, the source 34 of a good transformation style, and resistance 35, explanation is omitted.

[0042] The all pass filter 51 consists of the differential amplifier 52 (mutual conductance gm2), resistance 53 and 54 (resistance R3), a capacitor 55 (capacity value C2), transistors 56, 57, and 58, a current source 59, and resistance 60 and 61. Moreover, the differential amplifier 52, resistance 53 and 54, a capacitor 55, a transistor 56, a current source 59, and a terminal 63 shall have the respectively same configuration as the differential amplifier 37 of drawing 1 in the 1st example of this invention, resistance 38 and 39, a capacitor 40, a transistor 41, a current source 43, and a terminal 45, a function, and mutual connection relation. Both the collectors of transistors 57 and 58 are connected to the common emitter of the transistor differential amplifier of the differential-amplifier 52 interior, and if the total value of the collector current of transistors 57 and 58 fluctuates, a mutual conductance gm2 will also be fluctuated. Moreover, an emitter is

grounded for the base through resistance 60 at the base of a transistor 30, and, as for the transistor 57, the emitter is grounded for the base through resistance 61 at the base of a transistor 62, as for the transistor 58.

[0043] To the power source V_{cc} , the emitter is grounded for the base and the collector of a transistor 62 through resistance 65 through the source 64 of a good transformation style. The current value of the source 64 of a good transformation style shall be begun, and the mirror ratio of the current Miller circuit which consists of transistors 30 and 57 and resistance 35 and 60, and the mirror ratio of the current Miller circuit which consists of transistors 62 and 58 and resistance 65 and 61 shall be beforehand set up here so that the total value of the collector current of transistors 57 and 58 may become equal to the collector current value of the transistor 42 of drawing 1 in standard condition. Moreover, similarly in standard condition, the collector current of a transistor 58 shall be set to the collector current of a transistor 57, for example, about [1/several].

[0044] About the waveform-equalization equipment of the 2nd example of this invention constituted as mentioned above, the actuation is explained below.

[0045] The transfer function G_{hp} from a terminal 31 to a terminal 33 and the transfer function G_{ap} equal [above-mentioned] to (several 1) and (several 2) from a terminal 33 to a terminal 63 are clear respectively. Moreover, in reference condition, it is also clear frequency characteristics' of the gain in terminals 33 and 63 and a group delay to be expressed with each continuous line of the curves c and d of drawing 2 . Therefore, the high region frequency in which the regenerative signal deteriorated is compensated with a high-pass filter 21, and the group delay frequency characteristics of an output wave are improved with the all pass filter 51.

[0046] Here, the gain-frequency characteristics of a high-pass filter are explained about the case where the amount of compensation of a high region wants to increase, from reference condition, for example. If the current value of the source 34 of a good transformation style is decreased, the amount of compensation of a high region [gain-frequency characteristics / of a high-pass filter 21] will increase like the waveform-equalization equipment of the 1st example of this invention. Moreover, the time delay difference of a low-pass and a high region increases. [group delay frequency characteristics / of a high-pass filter 21]

[0047] However, since especially the time delay of the all pass filter 51 also increases by the low-pass side when the collector current of a transistor 57 and T3 in (several 2) since it decreases to coincidence increase, degradation of a terminal 63 of the group delay frequency characteristics of an output wave is also improved sharply. Furthermore, since the mutual conductance g_{m2} of the differential amplifier 52 can be finely tuned by fluctuating the current value of the source 64 of a good transformation style, the group delay frequency characteristics of an output wave of a terminal 63 can be optimized easily.

[0048] Conversely, while controlling the amount of compensation of a high region of a high-pass filter 21 by increasing the current value of the source 34 of a good transformation style to control the amount of compensation of a high region so that clearly from ****, the group delay frequency characteristics of the all pass filter 51 can be optimized by the change in the current value of the source 64 of a good transformation style.

[0049] Since gain compensation of a high region frequency is interlocked with and the property of the all pass filter 51 shifts, when there is little degradation of group delay frequency characteristics and it ends according to this example as mentioned above, the group delay frequency characteristics of waveform-equalization equipment can be finely tuned easily by the change in the current value of a current source 64.

[0050] Next, it explains, referring to a drawing about the waveform-equalization equipment of the 3rd example of this invention.

[0051] Drawing 4 is the block diagram showing the configuration of the waveform-equalization equipment of the 3rd example of this invention. In drawing 4, since a configuration, a function, and the mutual connection relation of both the differential amplifier 22 (mutual conductance $gm1$) which is a high-pass filter 21 and its component, resistance 23 and 24 (resistance $R1$ and $R2$), a capacitor 25 (capacity value $C1$), transistors 26 and 27, a current source 28, and the resistance 29 are completely equal to the thing of the same sign of drawing 1 in the 1st example of this invention, they omit explanation. Since both a configuration, a function, and mutual connection relation are completely still more nearly equal to the thing of the same sign of drawing 1 in the 1st example of this invention also about a transistor 30, terminals 31 and 33, a voltage source 32, the source 34 of a good transformation style, and resistance 35, explanation is omitted.

[0052] The all pass filter 71 consists of the differential amplifier 72 (mutual conductance $gm2$), resistance 73 and 74 (resistance $R3$), a capacitor 75 (capacity value $C2$), transistors 76 and 77, a current source 78, and variable resistance 80. Moreover, the differential amplifier 72, resistance 73 and 74, a capacitor 75, transistors 76 and 77, a current source 78, and a terminal 79 shall have the respectively same configuration as the differential amplifier 37 of drawing 1 in the 1st example of this invention, resistance 38 and 39, a capacitor 40, transistors 41 and 42, a current source 43, and a terminal 45, a function, and mutual connection relation. In addition, the emitter of a transistor 77 is grounded through variable resistance 80.

[0053] About the waveform-equalization equipment of the 3rd example of this invention constituted as mentioned above, the actuation is explained below.

[0054] The transfer function G_{hp} from a terminal 31 to a terminal 33 and the transfer function G_{ap} equal [above-mentioned] to (several 1) and (several 2) from a terminal 33 to a terminal 79 are clear respectively. Moreover, if the resistance of variable resistance 80 is made in agreement with the resistance of the resistance 44 in drawing 1 in reference condition, it is also clear frequency characteristics' of the gain in terminals 33 and 79 and a group delay to be expressed with each continuous line of the curves c and d of drawing 2. Therefore, the high region frequency in which the regenerative signal deteriorated can be compensated with a high-pass filter 21, and the group delay frequency characteristics of an output wave can be improved with the all pass filter 71.

[0055] Here, the gain-frequency characteristics of a high-pass filter are explained about the case where the amount of compensation of a high region wants to increase, from reference condition, for example. If the current value of the source 34 of a good transformation style is decreased, the amount of compensation of a high region [gain-frequency characteristics / of a high-pass filter 21] will increase like the waveform-equalization equipment of the 1st example of this invention. Moreover, the time delay difference of a low-pass and a high region increases. [group delay frequency characteristics / of a high-pass filter 21]

[0056] However, since especially the time delay of the all pass filter 71 also increases by the low-pass side when the collector current of a transistor 77 and T3 in (several 2) since it decreases to coincidence increase, degradation of a terminal 79 of the group delay frequency characteristics of an output wave is also improved sharply. Furthermore, since the mutual conductance $gm2$ of the differential amplifier 72 can be finely tuned by adjusting the resistance of variable resistance 80 and fluctuating the collector current of a transistor 77, the group delay frequency characteristics of an output wave of a terminal 79 can be optimized easily.

[0057] Conversely, while controlling the amount of compensation of a high region of a high-pass filter 21 by increasing the current value of the source 34 of a good transformation style to control the amount of compensation of a high region so that clearly from ****, the group delay frequency characteristics of the all pass filter 71 can be optimized by adjustment of the resistance of variable resistance 80.

[0058] Since gain compensation of a high region frequency is interlocked with and the property of the all pass filter 71 shifts, when there is little degradation of group delay frequency characteristics and it ends according to this example as mentioned above, the group delay frequency characteristics of waveform-equalization equipment can be finely tuned easily with an easy configuration by adjustment of the resistance of variable resistance 80.

[0059]

[Effect of the Invention] As mentioned above, since this invention only adjusts the 1st one current source, is interlocked with gain compensation of a high region frequency and can also compensate group delay frequency characteristics, it can realize time amount compaction of tuning and an adjustment mistake can also prevent it. Moreover, since the capacity value of a capacitor is good by small capacity, the formation of IC built-in is possible for it.

[0060] Furthermore, the mutual conductance of the 2nd differential amplifier [whether it adjusts by the 1st and 2 current source, and] Or by adjusting according to the output current of the equalization circuit which fluctuates the 2nd current value derived from the 1st current source to arbitration Since the group delay frequency characteristics of waveform-equalization equipment can be finely tuned easily in gain compensation of a high region frequency being interlocked with, and the property of an all pass filter shifting and preventing degradation of group delay frequency characteristics, in addition to the above-mentioned effectiveness, the precision of tuning improves further.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] While having the 1st differential amplifier which outputs change of the electrical-potential-difference difference of a difference input as change of a current, and the 1st buffer amplifier which low-impedance-izes the output of said 1st differential amplifier, and outputs it The middle point of the 1st and the 2nd resistance by which series connection was carried out to the input terminal between touch-down is connected to the non-inversed input terminal of said 1st differential amplifier. The high-pass filter which connects the output of said 1st buffer amplifier to the inversed input terminal of said 1st differential amplifier, and comes to connect the output of said 1st differential amplifier with said input terminal through the 1st capacitor, While having the 2nd differential amplifier with which change of the electrical-potential-difference difference of a difference input was outputted as change of a current, and the non-inversed input terminal was grounded, and the 2nd buffer amplifier which low-impedance-izes the output of said 2nd differential amplifier, and outputs it The middle point of the 3rd and the 4th resistance by which series connection was carried out between the output of said 1st buffer amplifier and the output of said 2nd buffer amplifier is connected to the inversed input terminal of said 2nd differential amplifier. The all pass filter which comes to connect the output of said 2nd differential amplifier with the output of said 1st buffer amplifier through the 2nd capacitor, Waveform-equalization equipment equipped with the 1st current source which makes the 1st and 2nd current which determines the mutual conductance of said 1st and 2nd differential amplifier, respectively fluctuate by this ratio.

[Claim 2] The mutual conductance of the 2nd differential amplifier is waveform-equalization equipment according to claim 1 equipped with the 2nd current source which makes said 3rd current fluctuate while being determined with the sum of the 2nd current and the 3rd current, or the current value of a difference.

[Claim 3] Waveform-equalization equipment according to claim 1 as which the mutual conductance of the 2nd differential amplifier is determined according to the output current of the equalization circuit which fluctuates the 2nd current to arbitration, and said equalization circuit.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-162902

(43)Date of publication of application : 21.06.1996

(51)Int.Cl.

H03H 11/18

H03H 11/04

H03H 11/12

(21)Application number : 06-299495

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 02.12.1994

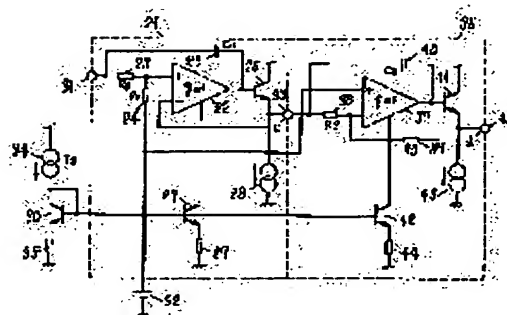
(72)Inventor : ISHIDA SUMI
INOUE TAKASHI
SUEKI MASAOMI
KONO KAZUHIKO

(54) WAVEFORM EQUALIZATION DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a waveform equalization device for simplifying an adjustment operation by simultaneously adjusting the frequency characteristics of group delay and gain.

CONSTITUTION: The mutual conductance of differential amplifiers 22 and 37 is simultaneously increased or decreased in a current source 34. Thus, the emphasis of the high-band frequency characteristics of a high-pass filter 21 is suppressed or reinforced. Simultaneously, since the group delay characteristics of an all-pass filter 36 are changed in a direction for canceling the change of the group delay characteristics of the high-pass filter 21, the flatness of the group delay characteristics as this waveform equalization device is held. That is, the need of adjusting the group delay characteristics again is eliminated.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-162902

(43) 公開日 平成8年(1996)6月21日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 3 H	11/18	A 8731-5 J		
	11/04	P 8731-5 J		
	11/12	B 8731-5 J		

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平6-299495

(22) 出願日 平成6年(1994)12月2日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 石田 州見

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 井上 貴司

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 末岐 匡臣

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 小鍛冶 明 (外2名)

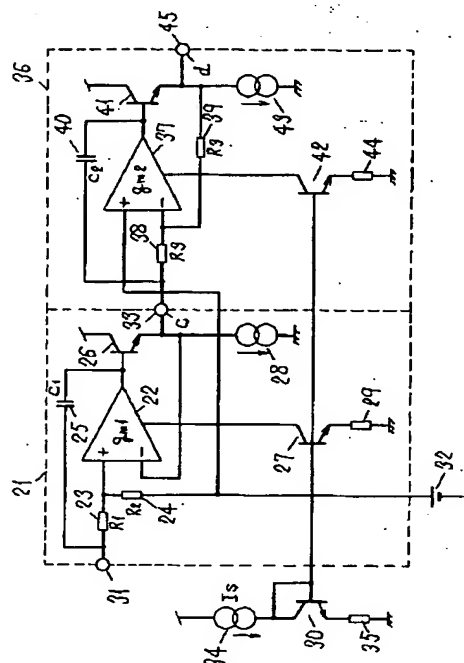
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 波形等化装置

(57) 【要約】

【目的】 利得および群遅延の周波数特性を同時に調整することにより、調整作業を簡略化する波形等化装置を提供することを目的とする。

【構成】 差動増幅器22、37の相互コンダクタンスを電流源34にて同時に増大または減少させる。これにより、ハイパスフィルタ21の高域周波数特性の強調が抑制または増強される。同時に、オールパスフィルタ36の群遅延特性がハイパスフィルタ21の群遅延特性の変化を打ち消す方向へ変化するので、波形等化装置としての群遅延特性の平坦さが保持される。すなわち、群遅延特性をあらためて調整する必要がない。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 差動入力電圧差の変化を電流の変化として出力する第1の差動増幅器と、前記第1の差動増幅器の出力を低インピーダンス化して出力する第1のバッファ増幅器とを有するとともに、入力端子と接地間に直列接続された第1、第2の抵抗の中点を前記第1の差動増幅器の非反転入力端子に接続し、前記第1のバッファ増幅器の出力を前記第1の差動増幅器の反転入力端子に接続し、前記第1の差動増幅器の出力を第1のコンデンサを介して前記入力端子に接続してなるハイパスフィルタと、

差動入力電圧差の変化を電流の変化として出力し且つ非反転入力端子が接地された第2の差動増幅器と、前記第2の差動増幅器の出力を低インピーダンス化して出力する第2のバッファ増幅器とを有するとともに、前記第1のバッファ増幅器の出力と前記第2のバッファ増幅器の出力との間に直列接続された第3、第4の抵抗の中点を前記第2の差動増幅器の反転入力端子に接続し、前記第2の差動増幅器の出力を第2のコンデンサを介して前記第1のバッファ増幅器の出力に接続してなるオールパスフィルタと、
前記第1、第2の差動増幅器の相互コンダクタンスをそれぞれ決定する第1、第2の電流を同比率で増減させる第1の電流源とを備えた波形等化装置。

【請求項2】 第2の差動増幅器の相互コンダクタンスは、第2の電流と第3の電流との和または差の電流値で決定されるとともに、
前記第3の電流を増減させる第2の電流源を備えた請求項1記載の波形等化装置。

【請求項3】 第2の電流を任意に増減する調整回路と、
前記調整回路の出力電流により、第2の差動増幅器の相互コンダクタンスが決定される請求項1記載の波形等化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、高域周波数の波形劣化分を補償する調整可能な波形等化装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 ディスクや磁気テープ等の記録媒体にデジタル記録をおこなう場合、記録媒体から再生された再生信号は、高域周波数が低下しており本来のデジタル波形を得るためには波形等化装置を用いて、高域周波数の波形劣化分を補償する必要がある。以下、図面を参照しながら従来の波形等化装置の一例について説明する。

【0003】 図5は従来の波形等化装置の構成を示すブロック図である。図5において、ハイパスフィルタ1は差動増幅器2、抵抗3、4、コンデンサ5、トランジスタ6、電流源7、8から構成されている。差動増幅器2は、非反転入力端子と反転入力端子との差動入力電圧差の変化をトランジスタ差動アンプ構成により電流の変化（相互コンダクタンス g_{m1} ）として出力する。電流源7はトランジスタ差動アンプの共通エミッタ回路の電流源として接続されており、電流が増減すると相互コンダクタンス g_{m1} も増減する。なお、トランジスタ差動アンプと共通エミッタ回路の電流源との関係については公知なので、詳細な説明は省略する。

【0004】 抵抗3、4は端子9と電圧源10との間に直列に接続されており、抵抗3、4の中点は差動増幅器2の非反転入力端子に接続されている。コンデンサ5は差動増幅器2の出力と端子9との間に接続されている。トランジスタ6はベースが差動増幅器2の出力に、コレクタが電源 V_{cc} に、エミッタが差動増幅器2の反転入力端子に接続されている。電流源8は、トランジスタ6のエミッタにバイアス電流を与える。

【0005】 なお、端子9には波形等化前の信号が入力される。また電圧源10は、 $1/2 V_{cc}$ の電圧に設定されているものとする。

【0006】 オールパスフィルタ11は差動増幅器12、抵抗13、14、コンデンサ15、トランジスタ16、電流源17、18から構成されている。差動増幅器12は、非反転入力端子と反転入力端子との差動入力電圧差の変化をトランジスタ差動アンプ構成により電流の変化（相互コンダクタンス g_{m2} ）として出力するものであり、非反転入力端子は電圧源10に接続されている。電流源17はトランジスタ差動アンプの共通エミッタ回路の電流源として接続されており、電流が増減すると相互コンダクタンス g_{m2} も増減する。

【0007】 抵抗13、14はトランジスタ6、16の各エミッタ間に直列に接続されており、抵抗13、14の中点は差動増幅器12の反転入力端子に接続されている。コンデンサ15は差動増幅器12の出力とトランジスタ6のエミッタとの間に接続されている。トランジスタ16はベースが差動増幅器12の出力に、コレクタが電源 V_{cc} に、エミッタが出力用の端子19に接続されている。電流源18は、トランジスタ16のエミッタにバイアス電流を与える。

【0008】 以上のように構成された従来の波形等化装置について、以下その動作を説明する。図6は、図5のハイパスフィルタ1とオールパスフィルタ11についてそれぞれ利得および群遅延の周波数特性を簡略化して示したものであり、図6における曲線a、bは、それぞれ図5における同一符号点の特性を示している。

【0009】 図6において、ハイパスフィルタ1は高域周波数を強調する特性を示し、劣化した高域周波数を補償する。この場合ハイパスフィルタ1の群遅延特性は帯域内でうねりを生じ、高域周波数ほど遅延時間が増大していることがわかる。

【0010】一方、オールパスフィルタ11は利得が1で、遅延時間のみ設定することができる。そこでコンデンサ15または相互コンダクタンス g_{m2} の値を選択することにより、遅延時間の曲線bに示すように端子19の出力波形の群遅延特性を高域周波数まで平坦化することができる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】ディスクや磁気テープ等の記録媒体や、ヘッド等の再生素子は個体間の特性のばらつきがあり、再生したデジタル信号に対応する理想的な波形等化特性は必ずしも単一ではない。ばらつきが著しい場合は再生信号のエラーレートが劣化する等の問題があり、その場合は等化特性を大幅に変化させてやる必要が生じる。

【0012】図5の回路構成において、電流源7を調整して相互コンダクタンス g_{m1} を増減することによりハイパスフィルタ1の利得周波数特性が変化して高域周波数の補償量を調整できる。

【0013】ところがハイパスフィルタ1の利得周波数特性を調整すると群遅延特性も変化してしまい、端子19における群遅延特性が平坦でなくなるので、あらためてオールパスフィルタ11の電流源17を再調整して相互コンダクタンス g_{m2} を増減することにより、端子19における群遅延特性のうねりを補償してやる必要が生じることになる。この場合オールパスフィルタ11の可変範囲は、ハイパスフィルタ1の調整範囲を想定してかなり広範囲をカバーしてやる必要がある。このため調整作業に手間取る上、群遅延特性の最適点が見つけにくく調整誤差が生ずる恐れがあるという問題点を有していた。

【0014】本発明は上記従来の問題点を解決するものであり、利得および群遅延の周波数特性を同時に調整することにより、調整作業を簡略化する波形等化装置を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明の波形等化装置は、差動入力電圧差の変化を電流の変化として出力する第1の差動増幅器と、第1の差動増幅器の出力を低インピーダンス化して出力する第1のバッファ増幅器とを有するとともに入力端子と接地間に直列接続された第1、第2の抵抗の midpoint を第1の差動増幅器の非反転入力端子に接続し第1のバッファ増幅器の出力を第1の差動増幅器の反転入力端子に接続し第1の差動増幅器の出力を第1のコンデンサを介して入力端子に接続してなるハイパスフィルタと、差動入力電圧差の変化を電流の変化として出力し且つ非反転入力端子が接地された第2の差動増幅器と、第2の差動増幅器の出力を低インピーダンス化して出力する第2のバッファ増幅器とを有するとともに第1のバッファ増幅器の出力と第2のバッファ増幅器の出力との間に直列接続された第3、第4の抵抗の midpoint を第2の差動増幅器の反転入

力端子に接続し第2の差動増幅器の出力を第2のコンデンサを介して第1のバッファ増幅器の出力に接続してなるオールパスフィルタと、第1、第2の差動増幅器の相互コンダクタンスをそれぞれ決定する第1、第2の電流を同比率で増減させる第1の電流源とを備えている。

【0016】また、第2の差動増幅器の相互コンダクタンスは第2の電流と第3の電流との和または差の電流値で決定されるとともに、第3の電流を増減させる第2の電流源を備えている。

【0017】さらに、第2の電流を任意に増減する調整回路と調整回路の出力電流により第2の差動増幅器の相互コンダクタンスが決定されるように構成されている。

【0018】

【作用】本発明は上記の構成にて、第1の電流源の電流を増大（減少）させると、第1の差動増幅器の相互コンダクタンスが増大（減少）するのでハイパスフィルタの高域の利得の強調が抑制（増強）される。このとき、ハイパスフィルタの群遅延特性にうねりが生ずるが、同時に第2の差動増幅器の相互コンダクタンスが増大（減少）することによりオールパスフィルタの群遅延特性の変化がハイパスフィルタの群遅延特性の変化を打ち消す方向へ変化するので、波形等化装置としての群遅延特性の平坦さが保持される。

【0019】また、第2の差動増幅器の相互コンダクタンスを第2の電流と第3の電流との和または差の電流値で決定するか、第2の電流を任意に増減した電流値で決定することにより、ハイパスフィルタの利得周波数特性を大幅に変化させたために群遅延特性の必要が生じた場合でも、オールパスフィルタの調整は微調整でよい。

【0020】

【実施例】以下、本発明の波形等化装置の実施例について、図面を参照しながら説明する。

【0021】図1は本発明の第1の実施例の波形等化装置の構成を示すブロック図である。図1において、ハイパスフィルタ21は差動増幅器22、抵抗23、24（抵抗値 R_1 、 R_2 ）、コンデンサ25（容量値 C_1 ）、トランジスタ26、27、電流源28、抵抗29から構成されている。差動増幅器22は、非反転入力端子と反転入力端子との差動入力電圧差の変化をトランジスタ差動アンプ構成により電流の変化（相互コンダクタンス g_{m1} ）として出力する。トランジスタ27のコレクタは、差動増幅器22内部のトランジスタ差動アンプの共通エミッタに接続されており、トランジスタ27のコレクタ電流が増減すると相互コンダクタンス g_{m1} も増減する。またトランジスタ27のベースはトランジスタ30のベースに、エミッタは抵抗29を介して接地されている。なお、トランジスタ差動アンプと共通エミッタの電流との関係については公知なので、詳細な説明は省略する。

【0022】抵抗23、24は端子31と電圧源32と

の間に直列に接続されており、抵抗23、24の midpoint は差動増幅器22の非反転入力端子に接続されている。コンデンサ25は差動増幅器22の出力と端子31との間に接続されている。トランジスタ26はベースが差動増幅器22の出力に、コレクタが電源Vccに、エミッタが出力用の端子33および差動増幅器22の反転入力端子に接続されている。電流源28は、トランジスタ26のエミッタにバイアス電流を与える。なお、端子31には波形等化前の再生信号が入力される。また電圧源32は、 $1/2 V_{cc}$ の電圧に設定されているものとする。

【0023】トランジスタ30のベースとコレクタは可変電流源34を介して電源Vccへ、エミッタは抵抗35を介して接地されている。

【0024】オールパスフィルタ36は差動増幅器37、抵抗38、39（抵抗値R3）、コンデンサ40（容量値C2）、トランジスタ41、42、電流源43、抵抗44から構成されている。差動増幅器37は、非反転入力端子と反転入力端子との差動入力の電圧差の変化をトランジスタ差動アンプ構成により電流の変化（相互コンダクタンス g_{m2} ）として出力する。トランジスタ42のコレクタは、差動増幅器37内部のトランジスタ差動アンプの共通エミッタに接続されており、トラ*

ンジスタ42のコレクタ電流が増減すると相互コンダクタンス g_{m2} も増減する。またトランジスタ42のベースはトランジスタ30のベースに、エミッタは抵抗44を介して接地されている。

【0025】抵抗38、39は端子33とトランジスタ41のエミッタとの間に直列に接続されており、抵抗38、39の midpoint は差動増幅器37の反転入力端子に接続されている。コンデンサ40は差動増幅器37の出力と端子33との間に接続されている。トランジスタ41はベースが差動増幅器37の出力に、コレクタが電源Vccに、エミッタが出力用の端子45に接続されている。電流源43は、トランジスタ41のエミッタにバイアス電流を与える。

【0026】以上のように構成された本発明の第1の実施例の波形等化装置について、以下その動作について説明する。

【0027】端子31から端子33までの伝達関数を G_{hp} 、端子33から端子45までの伝達関数を G_{ap} としたとき、伝達関数 G_{hp} 、 G_{ap} を求めるとそれぞれ（数1）、（数2）のように表される。

【0028】

【数1】

$$G_{hp} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot \frac{1 + T_1 \cdot s}{1 + T_2 \cdot s}$$

$$\text{但し、} T_1 = \frac{R_1 + R_2}{R_2} \cdot \frac{C_1}{g_{m1}}, \quad T_2 = \frac{C_1}{g_{m1}}$$

【0029】

【数2】

$$G_{ap} = - \frac{1 + T_3 \cdot s}{1 - T_4 \cdot s}$$

$$\text{但し、} T_3 = \frac{2 \cdot C_2}{g_{m2}}$$

【0030】（数1）、（数2）から明らかなように、（数1）はハイパスフィルタ、（数2）はオールパスフィルタの特性を示している。

【0031】図2は、図1のハイパスフィルタ21の出力端子33とオールパスフィルタ36の出力端子45とにおける利得および群遅延の周波数特性を示したものであり、グラフの実線は標準状態における利得および群遅延の周波数特性を示している。また、曲線c、dは、それぞれ図1における同一符号点の特性を示している。

【0032】図2の実線においてハイパスフィルタ21は、（数1）から明らかなように、 $1/(2\pi T_1)$ および $1/(2\pi T_2)$ に折点を持つ高域強調特性を示し、再生信号の劣化した高域周波数を補償する。この場合、ハイパスフィルタ21の群遅延特性は、曲線cに示

すように、比較的低域周波数からうねりを生ずることがわかる。このうねりは、通常再生信号の帯域内で生じるので対策を要する。

【0033】一方、オールパスフィルタ36は、（数2）から明らかなように、利得が1で遅延時間のみ加減することができる。そこで容量値C2または相互コンダクタンス g_{m2} の値を選択することにより、遅延時間の曲線dに示すように端子45の出力波形の群遅延特性を改善できる。

【0034】なお、図2の各実線が得られるように、抵抗値R1、R2、容量値C1、C2、相互コンダクタンス g_{m1} 、 g_{m2} があらかじめ設定されているものとする。さらに相互コンダクタンス g_{m1} 、 g_{m2} が得られるように、可変電流源34の電流値をはじめ、トランジスタ30、27、42と抵抗35、29、44からなるカレントミラー回路のミラー比もあらかじめ設定されているものとする。

【0035】ここで、ディスクや磁気テープ等の記録媒体やヘッド等の再生素子のばらつきによっては、ハイパスフィルタの利得周波数特性を標準状態から変更した方がよい場合がある。例えば、高域の補償量を増大させたい場合について説明する。可変電流源34の電流値を減

少させると、カレントミラー回路の原理により、トランジスタ30、27、42の各コレクタ電流が同一の比率で減少する。したがって、差動増幅器22、37の各相互コンダクタンス g_{m1} 、 g_{m2} も同一の比率で減少するので、(数1)における T_1 、 T_2 が増大する。この結果、ハイパスフィルタ21の利得周波数特性は、図2の一点鎖線で示すように、高域の補償量が増大する。この場合、ハイパスフィルタ21の群遅延特性は、曲線cの一点鎖線で示すように、低域と高域の遅延時間差が増大する。

【0036】しかし、(数2)における T_1 も増大する(g_{m2} が減少するため)ことにより、オールパスフィルタ36の遅延時間も特に低域側で増大するので、曲線dの一点鎖線で示すように、端子45の出力波形の群遅延特性の劣化はわずかであり、実用上問題ないレベルである。

【0037】逆に高域の補償量を抑制させたい場合は、上述から明らかなように、可変電流源34の電流値を増大させることにより、ハイパスフィルタ21の高域の補償量を抑制する。同時にオールパスフィルタ36の遅延時間を低域で減少させて、端子45の出力波形の群遅延特性の劣化を改善する。

【0038】以上のように本実施例によれば、可変電流源34の電流値を調整するだけで、高域周波数の利得補償に連動してオールパスフィルタ51の特性がシフトするので群遅延特性の劣化が防止できる。また、容量値C1、C2は20 pF程度の小容量でよいので、IC内蔵化が可能である。

【0039】ところで、実際の波形等化装置の場合、オールパスフィルタ36はハイパスフィルタ21の他の回路の群遅延特性のうねりを補償させることも可能である。この場合、オールパスフィルタ36の遅延時間の設定にわずかに自由度を持たせた方がよい場合もある。

【0040】そこで以下、本発明の第2の実施例の波形等化装置について図面を参照しながら説明する。

【0041】図3は本発明の第2の実施例の波形等化装置の構成を示すブロック図である。図3において、ハイパスフィルタ21およびその構成要素である差動増幅器22(相互コンダクタンス g_{m1})、抵抗23、24(抵抗値 R_1 、 R_2)、コンデンサ25(容量値C1)、トランジスタ26、27、電流源28、抵抗29は構成、機能、相互の接続関係がともに本発明の第1の実施例における図1の同一符号のものと全く等しいので説明を省略する。さらにトランジスタ30、端子31、33、電圧源32、可変電流源34、抵抗35についても構成、機能、相互の接続関係がともに本発明の第1の実施例における図1の同一符号のものと全く等しいので説明を省略する。

【0042】オールパスフィルタ51は差動増幅器52(相互コンダクタンス g_{m2})、抵抗53、54(抵抗値

R3)、コンデンサ55(容量値C2)、トランジスタ56、57、58、電流源59、抵抗60、61から構成されている。また差動増幅器52、抵抗53、54、コンデンサ55、トランジスタ56、電流源59、端子63は、それぞれ本発明の第1の実施例における図1の差動増幅器37、抵抗38、39、コンデンサ40、トランジスタ41、電流源43、端子45と同一の構成、機能、相互の接続関係を有するものとする。トランジスタ57、58の両コレクタは、差動増幅器52内部のトランジスタ差動アンプの共通エミッタに接続されており、トランジスタ57、58のコレクタ電流の合計値が増減すると相互コンダクタンス g_{m2} も増減する。またトランジスタ57は、ベースがトランジスタ30のベースに、エミッタが抵抗60を介して接地され、トランジスタ58は、ベースがトランジスタ62のベースに、エミッタが抵抗61を介して接地されている。

【0043】トランジスタ62のベースとコレクタは可変電流源64を介して電源 V_{cc} へ、エミッタは抵抗65を介して接地されている。ここで標準状態において、トランジスタ57、58のコレクタ電流の合計値が図1のトランジスタ42のコレクタ電流値と等しくなるように、可変電流源64の電流値をはじめ、トランジスタ30、57と抵抗35、60からなるカレントミラー回路のミラー比、トランジスタ62、58と抵抗65、61からなるカレントミラー回路のミラー比があらかじめ設定されているものとする。また同じく標準状態において、トランジスタ58のコレクタ電流はトランジスタ57のコレクタ電流の、例えば数分の一程度に設定されているものとする。

【0044】以上のように構成された本発明の第2の実施例の波形等化装置について、以下その動作について説明する。

【0045】端子31から端子33までの伝達関数 G_{hp} 、端子33から端子63までの伝達関数 G_{ap} は、それぞれ前述の(数1)、(数2)と等しいことは明らかである。また端子33、63における利得および群遅延の周波数特性は、標準状態において、図2の曲線c、dの名実線で表されることも明らかである。したがって、ハイパスフィルタ21で再生信号の劣化した高域周波数を補償し、オールパスフィルタ51で出力波形の群遅延特性を改善する。

【0046】ここで、ハイパスフィルタの利得周波数特性を標準状態から、例えば、高域の補償量を増大させたい場合について説明する。可変電流源34の電流値を減少させると、本発明の第1の実施例の波形等化装置と同様に、ハイパスフィルタ21の利得周波数特性は高域の補償量が増大する。また、ハイパスフィルタ21の群遅延特性は低域と高域の遅延時間差が増大する。

【0047】しかるに、トランジスタ57のコレクタ電流も同時に減少するので、(数2)における T_1 も増大

することにより、オールパスフィルタ51の遅延時間も特に低域側で増大するので、端子63の出力波形の群遅延特性の劣化も大幅に改善される。さらに、可変電流源64の電流値を増減することにより、差動増幅器52の相互コンダクタンス g_{m2} を微調整することができるので、端子63の出力波形の群遅延特性を容易に最適化できる。

【0048】逆に高域の補償量を抑制させたい場合は、上述から明らかなように、可変電流源34の電流値を増大させることにより、ハイパスフィルタ21の高域の補償量を抑制するとともに、可変電流源64の電流値の増減により、オールパスフィルタ51の群遅延特性を最適化できる。

【0049】以上のように本実施例によれば、高域周波数の利得補償に連動してオールパスフィルタ51の特性がシフトするので群遅延特性の劣化が少なくて済む上、電流源64の電流値の増減により、波形等化装置の群遅延特性を容易に微調整できる。

【0050】次に、本発明の第3の実施例の波形等化装置について図面を参照しながら説明する。

【0051】図4は本発明の第3の実施例の波形等化装置の構成を示すブロック図である。図4において、ハイパスフィルタ21およびその構成要素である差動増幅器22（相互コンダクタンス g_{m1} ）、抵抗23、24（抵抗値 $R1$ 、 $R2$ ）、コンデンサ25（容量値 $C1$ ）、トランジスタ26、27、電流源28、抵抗29は構成、機能、相互の接続関係がともに本発明の第1の実施例における図1の同一符号のものと全く等しいので説明を省略する。さらにトランジスタ30、端子31、33、電圧源32、可変電流源34、抵抗35についても構成、機能、相互の接続関係がともに本発明の第1の実施例における図1の同一符号のものと全く等しいので説明を省略する。

【0052】オールパスフィルタ71は差動増幅器72（相互コンダクタンス g_{m2} ）、抵抗73、74（抵抗値 $R3$ ）、コンデンサ75（容量値 $C2$ ）、トランジスタ76、77、電流源78、可変抵抗80から構成されている。また差動増幅器72、抵抗73、74、コンデンサ75、トランジスタ76、77、電流源78、端子79は、それぞれ本発明の第1の実施例における図1の差動増幅器37、抵抗38、39、コンデンサ40、トランジスタ41、42、電流源43、端子45と同一の構成、機能、相互の接続関係を有するものとする。なお、トランジスタ77のエミッタは可変抵抗80を介して接地されている。

【0053】以上のように構成された本発明の第3の実施例の波形等化装置について、以下その動作について説明する。

【0054】端子31から端子33までの伝達関数 G_{hp} 、端子33から端子79までの伝達関数 G_{ap} は、それ

ぞれ前述の（数1）、（数2）と等しいことは明らかである。また標準状態において可変抵抗80の抵抗値を図1における抵抗44の抵抗値に一致させれば、端子33、79における利得および群遅延の周波数特性は、図2の曲線c、dの各実線で表されることも明らかである。したがって、ハイパスフィルタ21で再生信号の劣化した高域周波数を補償し、オールパスフィルタ71で出力波形の群遅延特性を改善することができる。

【0055】ここで、ハイパスフィルタの利得周波数特性を標準状態から、例えば、高域の補償量を増大させたい場合について説明する。可変電流源34の電流値を減少させると、本発明の第1の実施例の波形等化装置と同様に、ハイパスフィルタ21の利得周波数特性は高域の補償量が増大する。また、ハイパスフィルタ21の群遅延特性は低域と高域の遅延時間差が増大する。

【0056】しかるに、トランジスタ77のコレクタ電流も同時に減少するので、（数2）における T_i も増大することにより、オールパスフィルタ71の遅延時間も特に低域側で増大するので、端子79の出力波形の群遅延特性の劣化も大幅に改善される。さらに、可変抵抗80の抵抗値を調整してトランジスタ77のコレクタ電流を増減することにより、差動増幅器72の相互コンダクタンス g_{m2} を微調整することができるので、端子79の出力波形の群遅延特性を容易に最適化できる。

【0057】逆に高域の補償量を抑制させたい場合は、上述から明らかなように、可変電流源34の電流値を増大させることにより、ハイパスフィルタ21の高域の補償量を抑制するとともに、可変抵抗80の抵抗値の調整によりオールパスフィルタ71の群遅延特性を最適化できる。

【0058】以上のように本実施例によれば、高域周波数の利得補償に連動してオールパスフィルタ71の特性がシフトするので群遅延特性の劣化が少なくて済む上、可変抵抗80の抵抗値の調整により、簡単な構成で波形等化装置の群遅延特性を容易に微調整できる。

【0059】

【発明の効果】以上のように本発明は、第1の電流源を1カ所調整するだけで、高域周波数の利得補償に連動して群遅延特性も補償できるので、調整作業の時間短縮が実現でき調整ミスも防止できる。また、コンデンサの容量値は小容量でよいのでIC内蔵化が可能である。

【0060】さらに、第2の差動増幅器の相互コンダクタンスを、第1、2の電流源で調整するかあるいは、第1の電流源から派生した第2の電流値を任意に増減する調整回路の出力電流により調整することにより、高域周波数の利得補償に連動してオールパスフィルタの特性がシフトして群遅延特性の劣化を防止するうえ波形等化装置の群遅延特性を容易に微調整できるので、前述の効果に加え、調整作業の精度がさらに向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例における波形等化装置の構成を示すブロック図

【図2】本発明の第1の実施例における動作を説明する利得および群遅延の周波数特性図

【図3】本発明の第2の実施例における波形等化装置の構成を示すブロック図

【図4】本発明の第3の実施例における波形等化装置の構成を示すブロック図

【図5】従来例の波形等化装置の構成を示すブロック図

【図6】従来例における動作を説明する利得および群遅延の周波数特性図

【符号の説明】

* 21 ハイパスフィルタ

22, 37, 52, 72 差動増幅器

23, 24, 29, 35, 38, 39, 44, 53, 5

4, 60, 61, 65, 73, 74 抵抗

25, 40, 55, 75 コンデンサ

26, 27, 30, 41, 42, 56~58, 62, 7

6, 77 トランジスタ

28, 34, 43, 59, 64, 78 電流源

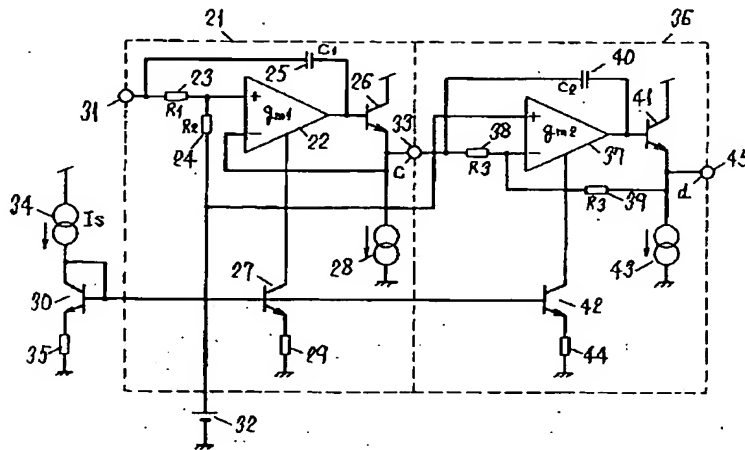
31, 33, 45, 63, 79 端子

32 電圧源

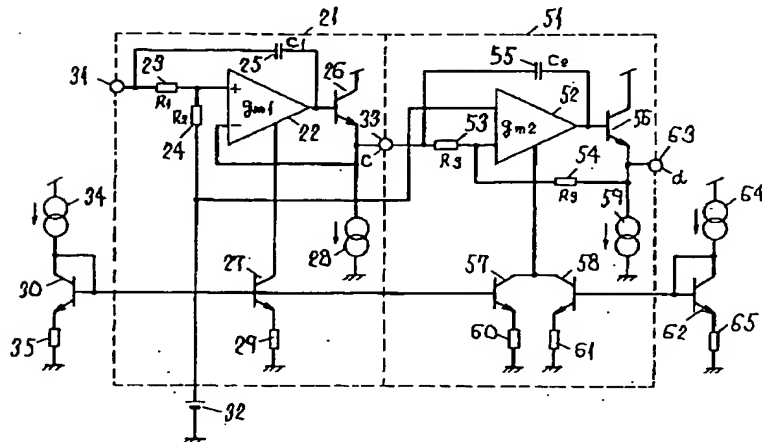
36, 51, 71 オールパスフィルタ

* 80 可変抵抗

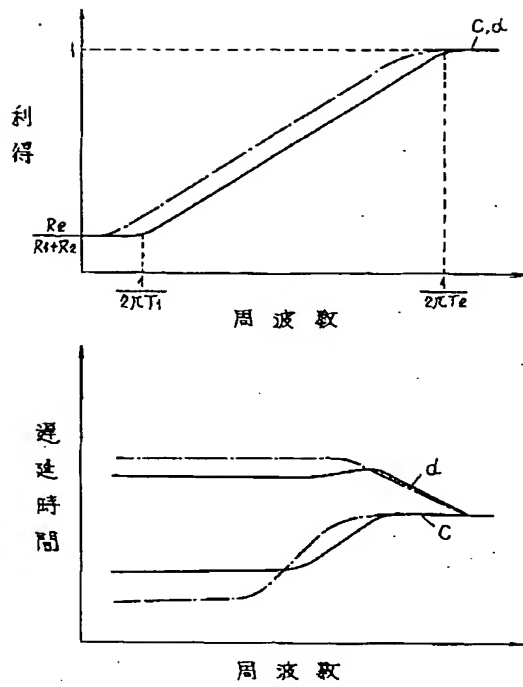
【図1】



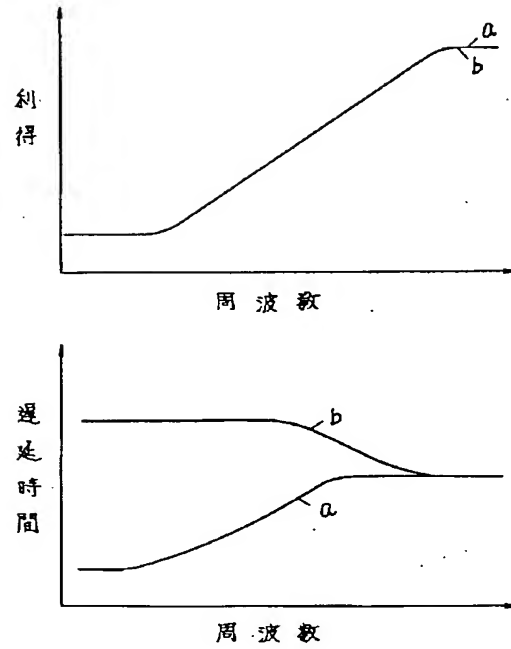
【図3】



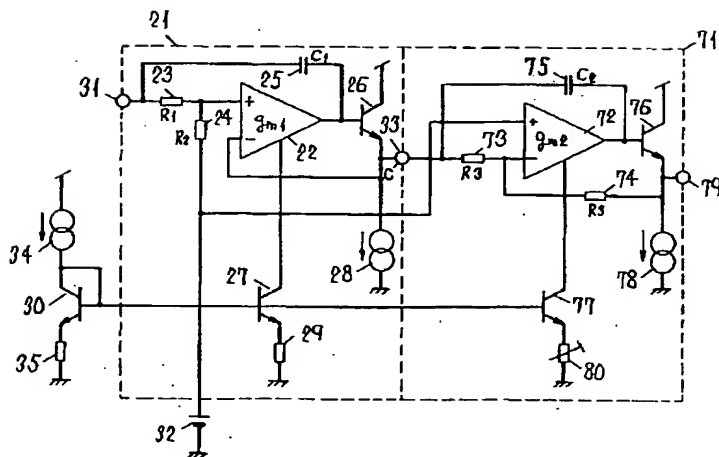
【圖2】



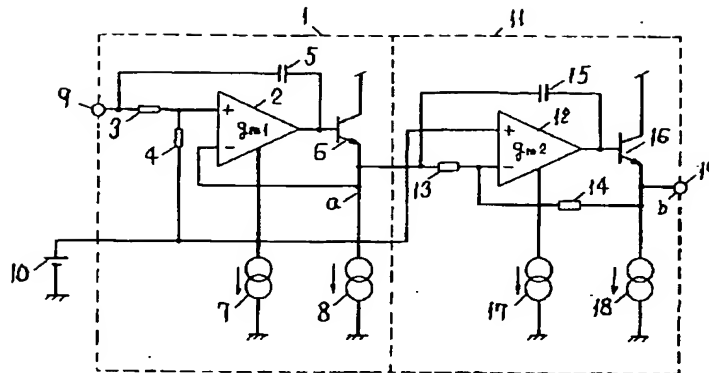
【圖6】



【圖4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 甲野 和彦
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内